

## 4. Jahrestagung für Elektronenmikroskopie in Tübingen

### DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRONENMIKROSKOPIE

Die Jahrestagung fand vom 6. bis 9. Juni 1952 in Tübingen statt. Gastgeber war das Physikalische Institut der Universität (Direktor Prof. W. Kossel). Die wissenschaftlichen Sitzungen wurden in den Räumen des neuen Hauptgebäudes der Universität abgehalten. In der Eröffnungssitzung konnte der Vorsitzende der Gesellschaft, Prof. U. Hofmann (Darmstadt) neben Vertretern der Universitäten und der Behörden 239 Tagungsteilnehmer begrüßen, unter denen sich wie im Vorjahr Kollegen aus Ostzone und Ausland befanden. Die Teilnahme von Ausländern hatte sich sogar gegenüber dem letzten Jahr von 10 % auf 14 % erhöht. Im einzelnen entsandten Amerika 2, England 2, Frankreich 3, Holland 14, Italien 1, Österreich 6, Schweden 1 und Schweiz 4 Vertreter.

Prof. W. Glaser (Wien) wurde von der Mitgliederversammlung zum Vorsitzenden für das Geschäftsjahr 1953 gewählt. Erster Beisitzer wurde Dr. G. Schramm (Tübingen). Als Tagungsort des nächsten Jahres stehen zur Wahl: Berlin, Essen, Innsbruck und Münster/Westf. Der Vorstand wird hierüber zu gegebener Zeit entscheiden.

Infolge der großen Anzahl von Vorträgen (79) mußten teilweise Parallel-Sitzungen eingerichtet werden. Im Festsaal der Universität befand sich eine eindrucksvolle und reich besetzte Ausstellung elektronenoptischer Aufnahmen aus Chemie, Mineralogie, Metallographie, Biologie und Medizin. Auch ausländische Institute hatten sich hieran beteiligt.

B. v. Borries, Düsseldorf

**FREITAG, DER 6. JUNI 1952**

#### Eröffnungssitzung

Vorsitz: U. Hofmann (Darmstadt)

Nachdem Prof. U. Hofmann die Tagung eröffnet sowie Teilnehmer und Gäste begrüßt hatte, leitete er die Reihe der Vorträge der Eröffnungssitzung durch den folgenden Einführungsvortrag ein:

**U. Hofmann (Darmstadt):** Elektronenmikroskopische Behandlung anorganisch-chemischer Probleme.

In den Arbeiten von Eitel, Thiessen, Feitknecht, Fricke, Kohlschütter, König, Glemser, Boettcher und vieler anderer Forscher ist das Elektronenmikroskop mit Erfolg zur Bearbeitung anorganischer Probleme eingesetzt worden.



Eigene Untersuchungen des Vortragenden gaben an Rußen einen Einblick in die Feinheit und den Bau der Rußflocken. Sie erklärten den unvollständigen Verlauf der Graphitierung und gaben Anhaltspunkte für den Ort der aktiven Eigenschaften, wie Adsorption und katalytische Leistung, auf der Kohlenstoffoberfläche. Im Elektronenbild wurde sichtbar, wie leicht der Graphit in sehr dünne Kristallamellen aufgeteilt werden kann, die sich wie ein Tuch falten lassen.

Bei synthetischen Uranglimmern ließ sich die Plättchenstruktur nachweisen im Einklang mit der Möglichkeit, im Inneren ihrer Schichtgitter Komplexverbindungen auszufällen.

Die unterschiedliche Plastizität der Kaoline und Tone erwies sich als im Einklang mit Durchmesser, Dicke und Biegsamkeit der Kristallplättchen. Bei Halloysit und Chrysotil zeigten Bates und Noll, daß die Kristalle Rohre bilden von nur einigen 100 Å Durchmesser.

Für die Wirkung eines Füllstoffs im Kautschuk ergab sich die Feinheit der Teilchen, neben der Aufteilbarkeit der Agglomerate, als von weit größerer Bedeutung als die chemische Natur der Füllstoffe, ob Kohlenstoff oder Kieselsäure.

Die Ermittlung der Oberfläche aus der Adsorption ergab bei richtiger Anwendung befriedigende Übereinstimmung mit der aus dem Elektronenbild folgenden Oberfläche. Dies gilt auch für die Bestimmung der Kristallgröße aus der Verbreiterung der Röntgeninterferenzen, wenn die im Elektronenbild sichtbaren Teilchen Einkristalle sind.

Es besteht kein Zweifel, daß die Elektronenmikroskopie für die anorganische Chemie des festen Zustandes in Zukunft große Bedeutung gewinnen wird.

**A. L. Houwink und J. B. Le Poole (Delft):** Eine Struktur in der Zellmembran einer Bakterie. (Vorgetragen von A. L. Houwink)

Die elektronenmikroskopische Darstellung einer Bakterienart, die vorläufig der Gattung *Spirillum* eingereiht wurde, hat ergeben, daß ihre aufgerissenen entleerten Zellmembranen eine Struktur aufweisen. An deren Außenseite gibt es regelmäßig angeordnete, aneinanderschließende Körperchen. Der Reihenabstand beträgt etwa 100 Å. Die Mikrographien zeigen bald kugel-, bald ringförmige Körperchen; Fibrillen aber fehlen. Diese Struktur wurde ebenfalls bei *Spirillum serpens*, jedoch weder bei *Bacillus subtilis* noch bei *Escherichia coli* wiedergefunden.

Wie bei anderen, schon früher untersuchten Bakterien zeigt sich auch bei dieser Art der Basalteil jeder einzelnen Geißel rechteckig umgeben.

**W. Bernhard (Paris):** Elektronenmikroskopische Studien zellphysiologischer Probleme.

Die elektronenmikroskopische Erforschung der Krebszelle hat zwar schon einzelne interessante Beobachtungen über Zytoplasma und Zellorganite ermöglicht, aber bisher nichts Entscheidendes zur Klärung der Krebsgenese beigesteuert. Es zeigt sich immer mehr, daß die Kenntnisse der Feinstruktur normaler Zellen vorderhand noch viel zu gering sind, um sichere Vergleiche mit kranken Zellen und Rückschlüsse auf das pathologische Geschehen zu ermöglichen. Deshalb wurde in unserem Institut, zusammen mit Prof. Oberling, Melle Haguénau, J. Harel und A. Gautier die elektronenmikroskopische Bearbeitung von Fragen aus der normalen Cytologie weitergeführt. Dabei stießen wir u. a. auf das Problem der Eiweißsynthese. Es konnte bald gezeigt werden, daß dieses wichtige Gebiet, das bisher ausschließlich von Biochemikern bearbeitet wurde, nun dank des Übermikroskopes wenigstens teilweise den Morphologen zugänglich geworden ist. Die Ribonucleoproteide, welche nach Brachet, Caspersson und



ihren Schülern in engster Beziehung zum Eiweißaufbau stehen, sind bekanntlich in den Nucleolen und den basophilen Bezirken des Cytoplasmas enthalten. Das Elektronenmikroskop enthüllt nun deren Feinstruktur: der Nucleolus besteht in bestimmten funktionellen Phasen aus fädigen, geknäuelten Elementen; die cytoplasmatische Basophilie ist in Mesenchymzellen an bläschenartige oder fädig verzweigte Gebilde gebunden, in Leber-, Pankreas- und Speicheldrüsenzellen hingegen an feinste, häufig parallel liegende Fibrillen oder Lamellen (Ergastoplasma). Die Nissl-Substanz der Nervenzellen endlich ist submikroskopisch durch amorphe körnige Schollen charakterisiert.

Die Ribonucleoproteide sind demnach an bestimmte morphologisch uneinheitliche Strukturen gebunden, welche experimentell (Regenerations- und Diätversuche) leicht beeinflusst werden können. Ihre topographische Beziehung zum Zellkern und zu den Mitochondrien kann so in jeder Phase des Eiweißaufbaues anhand von Feinschnitten elektronenoptisch verfolgt werden.

**E. Perner und G. Pfefferkorn (Münster):** Pflanzliche Chondriosomen im Licht- und Elektronenmikroskop unter Berücksichtigung ihrer morphologischen Veränderungen bei der Isolierung. (Vorgetragen von E. Perner)

Die Chondriosomen der Blattepidermis von *Allium Cepa* sind nach licht- und elektronenmikroskopischen Untersuchungen homogene stäbchen-, faden- oder kokkenförmige Gebilde. Von einer nachweisbaren Grenzschicht (Membran) umgeben, sind sie im Inneren (Chondriosomenkörper) plasmatisch organisiert. Die vitale Strukturordnung bleibt nach Fixation durch OsO<sub>4</sub>-Räucherung erhalten, nach ungeeigneter Fixierung (Chromsäuregem. u. a.) schrumpft der Inhalt, während die Membran erhalten bleibt.

Nach der Homogenisation lebender Gewebe n. Claude u. a. verlieren die Chondriosomen ihre individuelle Gestalt (Abkuglung, Fragmentation). Durch Autolyse und unter dem Einfluß des Homogenisationsmediums kommt es in zeitlicher Folge zur Entmischung und zum Verlust von Nukleoproteiden u. a. durch Diffusion. Licht- und elektronenmikroskopisch sind im Endstadium hyaline, durchstrahlbare Granula zu beobachten, die von einer Membran umgeben, nur noch koagulierte Reste des Chondriosomenkörpers zeigen.

**K. Mühlethaler (Zürich):** Elektronenmikroskopische Untersuchungen von Pflanzenzellen mit Hilfe von Schnitten.

Nach einer kurzen Erläuterung der Plastic-Schneidemethode werden anhand von einigen Aufnahmen die Strukturen von verschiedenen Zellbestandteilen, wie z. B. Zellkern, Chromosomen, Mitochondrien und Zellwänden besprochen. Die Struktur der plasmatischen Bestandteile ist von der Fixierung abhängig und kann entweder fibrillär oder globulär sein. Die einzelnen Zellelemente, wie z. B. der Zellkern und die Mitochondrien, sind nur durch eine Phasengrenze vom Protoplasma getrennt. Die oft beschriebenen Kernmembranen sind daher als Fixierungsartefakte zu betrachten. Zum Schluß wird an einer Aufnahmenreihe der Ablauf der Zellteilung gezeigt.

**M. Fahnenbrock und W. Liese (Düsseldorf):** Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Nadelholztracheiden. (Vorgetragen von W. Liese)

Mit dem Polymerisationsabdruckverfahren wurde der Micellarverlauf auf der Zellwand und die Feinstruktur der Hoftüpfel untersucht. Die zum



Zellumen gerichtete Außenseite des Hofes ist ebenso wie die Zellwand mit einer parallelen Micellarstruktur bedeckt. Auf der Innenseite besitzt der Hof zirkular verlaufende Micellen. Die Schließvorrichtung der Hoftüpfel besteht aus einer gleichmäßig verdickten Scheibe, die durch dünne nach allen Seiten fast radial zum Hofrand verlaufende Fäden in der Mittellage gehalten wird. Der Flüssigkeitsdurchtritt kann zwischen den Fäden ungehindert erfolgen.

**B. Duhm und R. Gönnert** (Wuppertal-Elberfeld): Über eine Methode zum Vergleich desselben Objektes im Licht- und Elektronenmikroskop. (Vorgetragen von B. Duhm)

Es wird eine Methode beschrieben, die es ermöglicht, (1) dieselbe Stelle desselben biologischen Präparates im Licht- und im EM direkt zu untersuchen, (2) Lochblenden mit einem Blendendurchmesser bis zu 0,4 mm zu verwenden. Die Färbung des Präparates für die vorangegangene lichtoptische Untersuchung erleichtert die Deutung des elektronenmikroskopischen Bildes vom wieder entfärbten Präparat und gestattet eine eindeutige Identifizierung der einzelnen Objektbestandteile (z. B. Viren). Das Verfahren bewährte sich besonders bei elektronenmikroskopisch-histologischen Arbeiten und ermöglicht durch vorherige lichtmikroskopische Auswahl der Objekte systematische Studien.

### Demonstrationen im Hörsaal des Physikalischen Instituts

**W. Kossel** (Tübingen): Demonstrationen zur Einführung in einige im Physikalischen Institut Tübingen in Gang befindliche Untersuchungen.

Die Röntgeninterferenzen aus Gitterquellen (Einkristall-Antikathode) sind bis zu Härten von 3 bis 400 kV mit Bremsstrahlen fortgesetzt worden (H. C. Wolf). Sie dienten ferner zur Präzisionsmessung der Gitterkonstanten von Zink und Beobachtung der bei Gleit-Zwillingsbildung auftretenden Anomalien (B. Ancker). An Elektroneninterferenzen wurden die feineren Wechselwirkungen der verschiedenen Wellen innerhalb des Kristallkörpers — dynamische Erscheinungen — an Glimmer (Ch. Menzel) und an dem durch besonders hohe Ordnungszahlen ausgezeichneten Bleijodid (H. Pfister) weiter verfolgt, der Zusammenhang von Ausfalls- und Verstärkungserscheinungen mit dem Zusammenwirken der Phasen mehrerer auf verschiedenen Wegen in die gleiche Richtung gesteuerter Teilbewegungen erkannt und an einer größeren Zahl von Beispielen sichergestellt. In Analogie zu den Beugungs- und Abbildungsproblemen bei Elektronen- und Röntgenstrahlen schien es wichtig, exakte Beobachtungen über die Beugung von Licht an Phasenkanten zu besitzen (K. Strohmaier). Außer dem physikalischen Interesse daran, über den so viel studierten Fall der Beugung an der undurchlässigen Kante hinaus scharfe Beobachtungen zur Verfügung zu haben, ergeben sich auch praktische Anwendungen, z. B. bei der Tiselius-Philpot-Svensson-Methodik der Beobachtungen der Wanderung von Eiweißfraktionen und bei einer Verschärfung der Lichtschnittmethode (E. Menzel). Es hat sich als lohnend erwiesen, den früher beschriebenen Beugungsversuch mittels konzentrischer, aber im Radius statistisch verteilter Ringe auf Zonenplatten auszudehnen, die ebenfalls auf einer Glasplatte eingeritzt und damit viel lichtstärker sind als die üblichen, in photographischen Verfahren hergestellten. Dabei zeigte sich die gegen-

über der elementaren Theorie überraschende Tatsache, daß das technisch zweckmäßige Verfahren, den Diamanten auf einer einheitlichen Spirale durchzuziehen, sehr gute Intensitäten ergibt, sodaß die Folge der Bilder eines Glühlampenfadens am Projektionsschirm des Hörsaals gezeigt werden kann. Das Interesse an Hochspannungs-Gleichstromquellen zur Elektronenbeschleunigung führte dazu, das Prinzip der Influenzaufladung im Faraday-Käfig von den Bandmaschinen bewußt auf Scheibenmaschinen zu übertragen und hier — in Fortsetzung von in Danzig begonnenen Versuchen — zu enger Annäherung und großer Flächendichte zu kommen. Während im vorigen Jahr ein einfaches Paar von Konduktoren angewandt und damit eine Spannung von 200 kV bei 300  $\mu\text{A}$  (250 kV maximal und 400  $\mu\text{A}$  Kurzschlußstrom) erreicht wurde, ist nunmehr durch Anwendung einer Achtpolmaschine unter Herabsetzung der Spannung auf 50 kV eine Erhöhung der Stromstärke auf 1200  $\mu\text{A}$  (57 kV max, 1600  $\mu\text{A}$  Kurzschlußstrom) erreicht (W. Herchenbach).

### Parallelsitzung A: Physik der Elektronenlinsen

Vorsitz: W. Glaser (Wien)

**H. Bremmer** (Eindhoven): Eine einfache Näherungsformel für die Feldverteilung längs der Achse magnetischer Elektronenlinsen mit ungesättigten Polschuhen.

Im Falle magnetischer Polschuhe mit zylindrischer Bohrung (Durchmesser  $b$ ) kann nach Lenz [OPTIK 7 (1950) S. 243—53] das Feld längs der Achse in folgender Weise angenähert dargestellt werden. Man bestimmt diejenige rotationssymmetrische Lösung der Potentialgleichung, welche zwischen den Polschuhen auf der zylindrischen Verlängerung der Bohrungswand linear ansteigt. Die Anwendbarkeit dieser Randbedingung kann mittels Plausibilitätsbetrachtungen sowie mittels einer streng gültigen Integralgleichung begründet werden. Die entsprechende Feldstärke  $H(z, b, s)$  längs der Achse kann für eine Spaltweite  $s$  durch die einfache Formel

$$H(z, b, s) = 0,4 \pi \frac{NI}{s} \left[ \varphi \left( \frac{z}{b} + \frac{s}{2b} \right) - \varphi \left( \frac{z}{b} - \frac{s}{2b} \right) \right] \quad (1)$$

dargestellt werden, in welcher  $NI$  die Gesamtzahl der Ampèrewindungen und

$$\varphi(x) = \frac{1}{0,4\pi NI} \int_0^{bx} H(\xi, b, 0) d\xi$$

für  $s = 0$  das für Durchflutung Eins normierte Potential im Achsenpunkt im Abstände  $bx$  von der Mitte bedeutet. Die numerische Auswertung von (1) für alle Werte von  $b$  und  $s$  kann also auf eine möglichst genaue Bestimmung der ungeraden Funktion  $\varphi(x)$  zurückgeführt werden. Für  $x > 0,3$  kann man die Reihe

$$\varphi(x) = +0,5 - 0,8011 \exp(-4,810x) + 0,5323 \exp(-11,04x) - 0,4256 \exp(-17,31x) + 0,3648 \exp(-23,58x) \dots,$$

und für  $-0,3 < x < 0,3$  die Reihe

$$\varphi(x) = +1,326x - 3,325x^3 + 10,77x^5 \dots$$

benutzen.



Die Formel (1) führt mittels eines Grenzübergangs zum exakten Ergebnis für  $s = 0$ . Man kann die allgemeine Formel zur Berechnung der optischen Konstanten verwenden. Man findet zum Beispiel die nachfolgende Formel für die Brennweite sehr langer Linsen ( $s/b \gg 1$ ) bei sehr hohen Beschleunigungsspannungen ( $V$  Volt)

$$f \sim 29sV/N^2I^2.$$

Diese einfache Beziehung gilt im allgemeinen nicht für Immersionslinsen.

**A. C. van Dorsten** (Eindhoven): Ein dynamisches Meßverfahren zur Bestimmung des Feldes magnetischer Elektronenlinsen.

Die axiale Komponente des Magnetfeldes ist der periodischen Kraft proportional, welche auf eine kleine von konstantem Wechselstrom durchflossene Meßspule ausgeübt wird. Letztere hat die Form eines langen Solenoids mit einem Umkehrpunkt im Wickelsinn [M. v. Ments und J. B. Le Poole, Appl. Sc. Res. 1 (1947) S. 3].

Dieses Solenoid wird in dem aus zu messenden Feld verschoben, wobei in jedem Moment die auf das Solenoid ausgeübte Kraft dem Felde in der Stelle des Umkehrpunktes entspricht. Diese periodische Kraft wird mittels eines piezo-elektrischen Kristalles gemessen. Das nach diesem Prinzip konstruierte Meßgerät gestattet eine schnelle direkte und sehr genaue Auswertung des Feldes.

**B. v. Borries, F. Lenz und G. Opfer** (Düsseldorf): Über die Remanenz in Weicheisenkreisen magnetischer Elektronenmikroskope. (Vorgetragen von B. v. Borries)

Bei der Untersuchung der möglichen Ursachen für die Diskrepanz zwischen berechneten und gemessenen Brennweiten elektromagnetischer Linsen zeigte sich, daß bei den üblichen Linsen ein merklicher Teil der magnetischen Gesamtspannung nicht am Linsenspalt liegt, sondern im Weicheisenmantel verloren geht. Dieser Spannungsabfall ist stark von der magnetischen Vorbehandlung abhängig. Die von einer üblichen magnetischen Linse gelieferte Vergrößerung ist daher keine eindeutige, reproduzierbare Funktion der Linsenstärke. Bei Variation der magnetischen Vorbehandlung, aber Konstanthaltung der Linsenstärke, wurden Brennweitenunterschiede bis zu 30 % beobachtet. Bei permanentmagnetischen Linsen, bei welchen die Flußverhältnisse im Betrieb nicht merklich verändert werden, ist die Vergrößerung dagegen reproduzierbar.

**S. Leisegang** (Berlin-Siemensstadt): Zum Astigmatismus von Elektronenlinsen.

Die von Glaser [Vgl. W. Glaser, H. Grumm, OPTIK 7 (1950) S. 96; W. Glaser, Elektronenoptik, erscheint demnächst] berechnete Kaustikfläche erlaubt in einfacher Weise die quantitative Prüfung des achsialen Astigmatismus von Elektronenlinsen. Die Übereinstimmung gerechneter und elektronenoptisch erzeugter Kaustikquerschnitte wird gezeigt. Die Güte einer elektromagnetischen Linse läßt sich quantitativ angeben durch die relative Stromdifferenz  $(J_1 - J_2)/(J_1 + J_2)$ , wenn  $J_1$  und  $J_2$  die Stromwerte sind, die sich bei festgehaltener Bildebene ergeben, wenn man auf die Spitzen der beiden Mäntel der Kaustikfläche einstellt. Die Begrenzung des Auflösungsvermögens der Linse durch den achsialen Astigmatismus ist dann nach Glaser gegeben durch

$$\delta_A = r_B \cdot \frac{\sin \varphi_B}{\sin \varphi_0} \cdot \frac{\pi}{2\omega^2} \cdot \frac{1}{\sin \omega \cdot (\varphi_B - \varphi_0)} \cdot \frac{\pi^2 - \varphi_0^2}{\varphi_0^2} \cdot \frac{J_1 - J_2}{J_1 + J_2}$$



(Die Bezeichnungen sind die bei Glaser üblichen,  $\delta_A$  = kleinster noch auflösbarer Objektstand,  $r_B$  = Blendenradius). Für die beim Siemensmikroskop UM 100 vorliegenden Verhältnisse ( $\varphi_B = 54^\circ$ ,  $\varphi_0 = 149^\circ$ ,  $\omega^2 = 1,5$ ) ergibt sich

$$\delta_A = 0,4 r_B \cdot (J_1 - J_2)/(J_1 + J_2).$$

Darüber hinaus gestatten die von E. Regenstein [ANN. RADIO-ELECTR. 6 (1951) S. 114] angegebenen Formeln für die Kaustikquerschnitte auch Störungen höherer Zähligkeit quantitativ nachzuweisen. Mit dem Verfahren wird die Wirkung eines einfachen Stigmators für magnetische Elektronenlinsen geprüft.

**F. Lenz und M. Hahn** (Düsseldorf): Die Untersuchung der Unsymmetrie magnetischer Polschuhlinsen im schwach unterteleskopischen Strahlengang. (Vorgetragen von F. Lenz)

Die Anwendung der von Sturrock angegebenen Theorie der Polschuhlinse mit elliptischer Bohrung [P. A. Sturrock, PHIL. TRANS. ROY. SOC. 243 (1951) S. 387—429.] auf den schwach unterteleskopischen Strahlengang liefert eine quantitative Deutung der in diesem Fall beobachteten, aus einem elliptischen Kaustikrand und einer in der Mitte desselben befindlichen Astroide bestehenden Kaustikfigur. Bezeichnet man den Abstand zweier einander gegenüberliegender Spitzen der Astroide mit  $D$  und den

Radius des Kaustikrandes mit  $R$ , so gilt die Beziehung  $(D/\sqrt[3]{R}) = \text{konst.} \cdot \varepsilon^2$  wenn  $\varepsilon^2$  die Exzentrizität der Äquipotentialflächen in der Polschuhbohrung ist. Die Proportionalitätskonstante kann aus der Geometrie des ungestörten Polschuhs und der Lage der Photoplate berechnet werden. Für den Modellpolschuh von Sturrock, dessen Bohrungsdurchmesser gleich der Spaltweite ist, wurde die Zahlenrechnung durchgeführt. Die Proportionalität

zwischen  $D$  und  $\sqrt[3]{R}$  bei unverändertem Linsenfeld wurde für mehrere Polschuhe experimentell bestätigt. Die Auswertung eines Beispiels führte im Fall antisymmetrischer Elliptizität auf eine Exzentrizität der Äquipotentialflächen in der Polschuhbohrung von  $\varepsilon^2 = 0,8 \cdot 10^{-3}$ , was unter plausiblen Annahmen für die Objektivapertur bei normaler elektronenmikroskopischer Abbildung ein Auflösungsvermögen von  $3 \text{ m}\mu$  erwarten läßt.

**Rob. Seeliger** (Mosbach/Braunschweig): Versuche zur sphärischen Korrektur von Elektronenlinsen.

Durch die Versuche wird die praktische Durchführbarkeit der sphärischen Korrektur mit unrunder Abbildungselementen nach Scherzer geprüft und bestätigt. Die sphärische Korrektur wird herbeigeführt durch drei Korrekturstücke, von denen zwei in den Brennpunkten eines stark astigmatischen Zwischenbildes und ein drittes außerhalb dieses Bereiches angreifen. Das verwendete Mikroskop wird in seinen wesentlichen Einzelheiten beschrieben und der Einfluß der Korrektur-Maßnahmen an Bildbeispielen demonstriert.

**F. Lenz** (Düsseldorf): Die magnetische Elektronenlinse als hochauflösender Geschwindigkeitsanalysator.

Die magnetische Linse ist als Analysator zwar bei hohen Strahlspannungen verwendbar, aber bezüglich ihrer chromatischen Empfindlichkeit der elektrostatischen unterlegen. In dieser werden nämlich die Elektronen in der Linsenmitte stark abgebremst, so daß dort die relativen Geschwindigkeitsunterschiede wesentlich größer als außerhalb der Linse werden, was der chromatischen Dispersion der elektrostatischen Linse zugutekommt. Der Versuch einer Steigerung des chromatischen Auflösungsvermögens in dem



von Möllenstedt benutzten Strahlengang durch Verkleinerung von Bestrahlungsapertur und Blendenweite stößt bei magnetischen Linsen auf eine Intensitätsgrenze, die die Erfassung der interessierenden Geschwindigkeitsverluste von wenigen Volt Größe ausschließt. Man muß daher im Fall magnetischer Linsen eine andere Anordnung benutzen: Die Beobachtung des Kaustikrandes im schwach teleskopischen Strahlengang ermöglicht es, ohne Benutzung von Blenden, in einem intensiven Bereich relativ sehr kleine Änderungen der Strahlspannung sichtbar zu machen. So waren Spannungsunterschiede von 5 V in 95 kV zu erkennen. Als erstes Beispiel für die Sichtbarmachung unelastischer Streuverluste mit magnetischen Linsen wird eine durch Streuung an einer Al-Folie gewonnene Aufnahme eines Kaustikrandes gezeigt. Vergleich mit einer Eichaufnahme zeigt, daß ein diskreter Energieverlust von ca. 14 V auftritt.

**G. Möllenstedt und H. Düker** (Mosbach und Tübingen): Energie-Spektrum von Kathodenstrahlen aus der Gasentladung und Oberflächen-Abbildung mittels Sekundär-Elektronen. (Vorgetragen von H. Düker)

Elektronenstrahlen aus einer bei 35 kV brennenden Gasentladung werden mittels des elektrostatischen Geschwindigkeits-Analysators untersucht. Das Spektrum besteht im Wesentlichen aus einer 2 Volt breiten asymmetrischen Linie. Nach der energiereichen Seite erstreckt sich ein schnell abnehmender Schweif. Die Intensitäts-Verteilung des Spektrums gibt die Geschwindigkeitsverteilung der an der Metallfläche ausgelösten Sekundär-Elektronen wieder. Sie erwies sich unabhängig von Kathodenmaterial und Gasart. Parallel zu dieser intensiven Linie nach der Seite der Energieverluste beobachtet man in einem Abstand von 10 bis 20 eV je nach Größe der Anregungsstufe der Moleküle und Atome des Gases im Entladungsraum eine schwache scharfe Kante und daran anschließend ein stetig abnehmendes Kontinuum.

Abbildungsversuche von Metall-Oberflächen mittels Sekundär-Elektronen, die durch schrägen Ionenbeschuß ausgelöst wurden, ergaben eine Auflösungsgrenze von 2000 Å. Auf Grund der guten Monochromasie ist noch eine wesentliche Steigerung des Auflösungsvermögens zu erwarten.

## **Parallelsitzung B: Elektronenmikroskopische Untersuchungen aus Chemie und Technik**

Vorsitz: E. Ruska (Berlin)

**M. Drechsler** (Berlin-Dahlem): Anwendungsmöglichkeiten des Feldelektronenmikroskopes in der Metallurgie.

Allgemeine Anwendungsmöglichkeiten des Feld-Elektronenmikroskopes in der Metallurgie ergeben sich aus folgenden acht Methoden und speziellen feldelektronenmikroskopischen Untersuchungsergebnissen von E. W. Müller und dem Vortragenden: (1) Bei Metalldrähten bestehen folgende Kristallorientierungen: W 110, Mo 110, Ni 111, Zr 111, Pt 100 und 111. (2) Die Aktivierungsenergie für die Oberflächenwanderung von W-Atomen auf der 110-Fläche von W beträgt 30 000 cal/Mol. (3)  $Al_2O_3$  kann auf W in drei grundsätzlich unterschiedlichen Arten adsorbiert sein (auch gleichzeitig), nämlich: Adsorption bei statistischer Verteilung, Adsorption als zweidimensionales Gas und Adsorption als zweidimensionaler Kristall. (4) Die adsorbierten



Mengen (Bedeckungsgrade) von Ba auf W werden gemessen. (5) Die Oberflächenreaktion  $W + H_2O \rightleftharpoons WO + H_2$  wird direkt beobachtet (Wiegmann u. E. W. Müller). (6) Adsorbierter Kohlenstoff in der Größenordnung von  $10^{-16}$  g wird analysiert. (7) Nach Diffusion von C in Mo klappt das Gitter bei 1500 °K in das Gitter des Mo-Karbid um. (8) Das Wachstum eines Ba-Kristallites auf W wird direkt beobachtet.

#### **D. Kossel (Wetzlar):** Optische Verfahren zur Dickenmessung an dünnen Schichten.

Bericht über optische Interferenzverfahren zur Dickenmessung der im Elektronenmikroskop durchstrahlbaren Schichten unter 1000 Å Dicke. Aus dem von der Schichtdicke  $d$  und der Wellenlänge abhängigen Reflexions- und Durchlaßvermögen kann  $d$  bestimmt werden. Bei der Interferenz zweier Bündel (Wiener'sche Methode, Interferenzmikroskop, Phasenkontrastmikroskop) ist bei Beobachtung der Interferenzstreifen an Keilen  $d$  auf etwa 200 Å, bei spektrometrischer Analyse des reflektierten weißen Lichts auf etwa 50 Å, bei absoluter Photometrierung auf etwa 10 Å genau zu ermitteln. Beim Übergang zu Vielfachinterferenzen zwischen teildurchlässig versilberten Flächen (Perot-Fabry, Geffken, Tolansky) wird die Meßgenauigkeit der genannten Beobachtungsverfahren um den Faktor 5 bis 10 erhöht.

#### **E. Zehender (Stuttgart):** Versuche zur Analyse aufgedampfter Schichten.

Aufgedampfte Schichten, die aus verschiedenen Kristallarten bestehen, werden im Elektronenmikroskop so abgebildet, daß nur eine bestimmte Kristallart im Elektronenmikroskopbild sichtbar wird. Hierzu wird eine Dunkelfeldabbildung im Elektronen-Licht eines bestimmten Debye-Scherrer-Kegels benutzt oder es wird bei geeigneten Schichten die leichter flüchtige Kristallart durch eine Vakuumtemperung abdestilliert und der Rückstand, der die schwer flüchtige Kristallart enthält, untersucht.

#### **W. Koch (Düsseldorf):** Gefügebestandteile in Stählen, ihre Isolierung, Präparation und elektronenmikroskopische Untersuchung.

Eine wichtige Aufgabe der Stahlforschung besteht darin, die Zusammensetzung, Struktur und die Formen der Gefügebestandteile kennenzulernen, die am Aufbau der Stähle beteiligt sind. Zu diesem Zweck wurde in langjährigen Arbeiten ein elektrolytisches Verfahren entwickelt, mit dessen Hilfe es gelingt, Gefügebestandteile, wie z. B. Karbide und Oxyde in Stählen freizulegen und zu isolieren. Das Verfahren beruht darauf, daß der metallische Anteil der Stähle (der Ferrit) elektrochemisch gelöst wird, während die weiteren Gefügebestandteile ungelöst verbleiben. Dieses Verfahren dient bereits seit 1941 auch als erster Schritt zur Untersuchung der Gefügebestandteile im Elektronenmikroskop. Die isolierten Bestandteile müssen je nach der gestellten Aufgabe noch Trennungen unterworfen werden, wobei vor allem die Anwendung von Ultraschall und Zentrifuge eine Bedeutung erlangt hat. Die isolierten Gefügebestandteile haben charakteristische Formen, und man vermag mit Hilfe des Verfahrens den Ablauf von Reaktionen im festen Stahl zu verfolgen.

#### **H. Beutelspacher (Braunschweig-Völkenrode):** Untersuchungen an Kolloidfraktionen des Bodens.

Die heterogene Zusammensetzung der Kolloidfraktionen, wie wir sie in den Böden vorfinden, bereitet bei der Identifizierung der Tonminerale auf



röntgenographischem Wege und durch die Differentialthermoanalyse oft große Schwierigkeiten. Werden diese Methoden mit den uns im Elektronenmikroskop zur Verfügung stehenden Möglichkeiten kombiniert, so kann der Bodenkundler wichtige Schlüsse über die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Tonminerale ziehen. An einem Profil eines Waldbodens auf mittlerem Buntsandstein wurde gezeigt, wie man elektronenoptisch den hexagonalumgrenzten Kaolinit von dem röhrenförmigen Halloysit, den leistenförmigen Nontronit vom Montmorillonit und den blätterförmigen Vermiculit von den Blättchen bei Illit, Sarospatit und Hydroglimmer unterscheiden kann.



**Gesamtsitzung: Wirkung der Elektronenstrahlen auf die Objekte**

Vorsitz: O. Scherzer (Darmstadt)

**A. Brockes, M. Knoch und H. König** (Darmstadt): Bei welcher Elektronendichte machen sich Veränderungen in Nitrozellulose und Polystyrol bemerkbar. (Vorgetragen von H. König).

Es werden durch Elektronenbestrahlung bei der elektronenmikroskopischen Abbildung hervorgerufene Veränderungen an Kollodiumhäuten und Polystyrolatex im Hinblick auf die Löslichkeit in Amylacetat und die Temperaturbeständigkeit im Vakuum studiert. Die Stromdichten werden über Faraday-Käfig, Gleichstromverstärker, Meßinstrument gemessen. Bereits bei  $0,3 \times 10^{-3}$  A sec/cm<sup>2</sup> treten merkliche Veränderungen auf. Bei Kollodium genügen  $15 \times 10^{-3}$  A sec/cm<sup>2</sup>, bei Polystyrolatex  $500 \times 10^{-3}$  A sec/cm<sup>2</sup>, um sie zu Kohle abzubauen, also temperaturbeständig zu machen. Die Zersetzung von Kollodium und von Bakterien bei Elektronenbeschuß macht sich auch in einer Änderung des Streuvermögens bemerkbar, was durch Photometrieren übermikroskopischer Bilder ermittelt werden kann.

**L. Wegmann** (Zürich): Beleuchtungssystem und Objektveränderungen im Elektronenmikroskop.

Der Einfluß verschiedener Teile des Elektronenmikroskopes auf die Erscheinungsform des Objektes im Elektronenbild wird untersucht und festgestellt, daß nur die Elektronenbeleuchtung und die Kontrastblende wesentlich für Veränderungen verantwortlich sind. Die Bestrahlungsleistungsdichte im Trüb-Täuber-Elektronenmikroskop wird gemessen. Versuche mit von 1000 Ws/cm<sup>2</sup> an gesteigerter Energiedichte zeigen, daß eine Verflachung der Präparatstruktur und parallel dazu eine Kontrastverminderung eintritt. Eine Kontrastblende hebt nur den zweiten Effekt auf. Die geschädigten Stellen sind ohne Kontrastblende leichter erkennbar. Die Veränderungen treten schon bei 10 000 Ws/cm<sup>2</sup> auf. Weitere Versuche beweisen, daß goldbedampfte Präparate schon unterhalb 5000 Ws/cm<sup>2</sup> umkristallisieren. Es wird gezeigt, daß für das verwendete Beleuchtungssystem mit kalter Kathode die Wirkung einer Energiedosis unabhängig von ihrer Zusammensetzung ist und daß dies eine Schonung der Präparate bedeutet.

**H. Westermann und G. Pfefferkorn** (Münster): Über Präparatveränderungen und Abbildungseffekte bei der Elektronenmikroskopie. (Vorgetragen von G. Pfefferkorn)

Der Kontrast von Oberflächenabdrücken wird im Elektronenstrahl vermindert. Erhebungen werden sowohl optisch wie auch durch Lackverzerrungen verflacht abgebildet. Gewisse organische Kristalle zeigen unregelmäßige Zersetzungen sowie granuläre Strukturen, die morphologisch mit den Ausgangsstrukturen nicht immer übereinstimmen. An Eiweißstoffen, Gelatine und Aggar sind bei Elektrolytzusatz Reflexerscheinungen (Interferenzschlieren) zu beobachten. Bei hohem Elektrolytzusatz treten Kristalle auf, die sich blockförmig abbauen. Sublimierende Verdampfungsprodukte erzeugen an kühleren Präparatstellen dunklere Bereiche.

**O. Glemser und G. Butenuth** (Aachen): Über Veränderungen von KMnO<sub>4</sub> im Elektronenstrahl im Vergleich zur thermischen Zersetzung. (Vorgetragen von G. Butenuth)

Die thermische Zersetzung von Kaliumpermanganat zeigt einen anfänglichen Zerfall in die 6- und die 4-wertige Stufe und darüber hinaus nur die Bildung einer neuen Verbindung ohne weitere Reduktion, obwohl Temperaturen bis zu 860 °C verwendet wurden; im Elektronenstrahl läßt sich eine



Reduktion bis zum Mangan(II)-oxyd erreichen, wobei alle Reduktionsstufen durchlaufen werden. Dabei kann die Reduktion bis zum  $\text{MnO}_2$  ohne merkliche Erwärmung erreicht werden. Besonders interessant ist das Auftreten der erst 1946 entdeckten 5-wertigen Stufe. Überraschenderweise stellte sich heraus, daß dieser Vorgang der Bestrahlung mit Elektronen im Elektronenmikroskop von der Intensität und nicht von der Dosis abhängig ist. Die Gewinnung des Mn(V) läßt hoffen, auch von anderen Stoffen bisher unbekannte Oxydationsstufen darzustellen.

**F. Lenz** (Düsseldorf): Die Elektronenmikroskopie in der Sowjetunion.

Zusammenfassendes Referat über die auf dem 1. Kongreß für Elektronenmikroskopie in Moskau vom 15.—19. Dezember 1950 vorgetragenen Berichte. [NACHR. AKAD. WISS. UdSSR, phys. Serie 15 (1950) S. 285—473].

**G. Bartz, G. Weissenberg und D. Wiskott** (Marburg/Lahn): „Ein Auflichtmikroskop“. (Vorgetragen von G. Weissenberg)

Es werden die theoretischen Grundlagen eines Auflichtmikroskops aufgezeigt, bei dem die Elektronen an einer Potentialfläche nahe der Oberfläche des zu untersuchenden Objektes gespiegelt werden. Es werden ferner zwei Typen von Auflichtmikroskopen besprochen, u. a. eines mit einem magnetischen Umlenkkfeld. Es werden Angaben über den Bau magnetischer Umlenkkfelder, die frei von Astigmatismus und äquivalent einem optischen Prisma sind, gegeben.

### **Gesamtsitzung: Elektronenoptische Geräte**

Vorsitz: **U. Hofmann** (Darmstadt)

**L. Wegmann** (Zürich): Ein neues Trüb-Täuber-Elektronenmikroskop.

Die wesentlichen Neuerungen sind die folgenden: Die vier Linsen sind in zwei Kammern an deren Vorderwand aufgehängt. Die Demontage geschieht durch Herausziehen dieser „Schubladen“. Das Objektiv ist fest; die zweite statische Linse und das magnetische Projektiv sind beide ausschwenkbar. Die Vergrößerungen sind deshalb.  $120\times$  fest, 800 bis  $1400\times$  kontinuierlich,  $2500\times$  fest, 8000 bis  $14000\times$  kontinuierlich. Die Beugung ist unverfälscht. Aufnahmeformat  $6\times 6$  cm; Platten- und Rollfilmkassette. Die Objektschleuse wird vorevakuiert; das Präparat kann unter Spannung ausgewechselt werden. Eine elektrische Scharfstellung und eine spezielle Scharfstellvorrichtung machen das Scharfstellen zehnmal empfindlicher. Die bewährten Prinzipien des zweilinsigen Typs wurden übernommen: kalte Kathode, 50 kV-Hochspannung, gemischtes Linsensystem, Molekularpumpe.

**E. Kinder** (München): Über die Dimensionierung von Kleinmikroskopen.

Die in der Literatur gegebenen Charakteristika der Kleinmikroskope wurden genauer diskutiert und präzisiert. Als notwendiges Auflösungsvermögen ergibt sich etwa  $10\text{ m}\mu$ , dem entsprechend eine elektronenoptische Vergrößerung von ca. 3000. Zwei Vergrößerungsstufen (ca. 3000 und 600 mal) reichen zur Erfassung eines Objektbereiches, der zwischen dem des Lichtmikroskops und dem des großen Elektronenmikroskops liegt, aus. Leichter Vergrößerungswechsel, gleichzeitige Einbringung mehrerer Präparate und Stereomöglichkeit sind unbedingt zu fordern. Eine Vereinfachung der Zusatzgeräte scheint wünschenswert. — An dem vom Verf. erbauten elektromagnetischen Kleinmikroskop konnten diese Überlegungen verifiziert und durch praktische Betriebserfahrungen vervollständigt werden.

**Parallelsitzung A: Technik der Elektronenmikroskopie**

Vorsitz: B. v. Borries (Düsseldorf)

**H. Bethge** (Halle/Saale). Konstruktive Besonderheiten eines elektrostatischen Laboratorium-Mikroskopes.

Im einzelnen wurde berichtet über eine Objektivanordnung, bei der Objektiv und Schleusenraum durch Tombakfederkörper verbunden sind. Die Objektpatrone ist mit dem Federkörper verbunden. Objektverschiebung, mechanische Scharfstellung und Stereokippung können hierbei durch Bewegungen außerhalb des Vakuums vorgenommen werden. Diese Anordnung bietet (insbesondere für den Stereobetrieb) gewisse Vorteile. Als Elektronenquelle wird eine Fernfokuskathode nach Steigerwald verwandt. Die Glühkathode ist gegenüber Steuerhülse axial verschiebbar und zur Achse justierbar. Eine Plattenschleuse für Einzelaufnahmen, die sich durch kleines schädliches Volumen auszeichnet (gemeinsam mit H. Brauer) wurde beschrieben. Bei der Ausführung wurden Bauteile mit aufvulkanisierten Gummiflächen verwandt. Über den Gesamtaufbau wurde kurz berichtet.

**W. Degenhard** (Mosbach): Vakuum-Messung mit NTC-Widerständen.

Es sollte ein Meßgerät für geringe Drucke entwickelt werden, das den Bereich von  $1-10^{-4}$  Torr erfaßt. Infolge ihres großen negativen Temperaturkoeffizienten eignen sich hierzu besonders NTC-Widerstände. Für den Druckbereich von  $1-10^{-2}$  Torr genügt eine einfache Brückenschaltung mit einem  $\mu$ A-Meter als Anzeigeelement. Für geringere Drucke wird ein Röhrenvoltmeter als Anzeigeelement angewandt, das aus einem sehr kleinen Netzgerät stabilisierte Spannung erhält. Zweckmäßig dehnt man die Druckbereiche über die ganze Skala des mA-Meters, indem man der Röhre verschiedene Vorspannungen gibt. Bis  $10^{-4}$  Torr ist das Meßgerät genauer als ein McLeod, robuster und erfordert nur geringen Aufwand.

**O. Wolff** (Berlin-Siemensstadt): Zur Druckmessung im Bereich von  $10^{-1}$  bis  $10^{-7}$  Torr mit dem Kaltkathoden-Ionisations-Vakuummesser.

Die Kaltkathoden-Manometer gehen zurück auf Untersuchungen von Penning über die Glimmentladung bei Anwesenheit eines magnetischen Feldes. Es wurden im Bild gezeigt: (a) eine Meßröhre in Anschmelzausführung mit loseem Magneten, bis zu den niedrigsten Drucken geeignet und (b) eine Meßröhre mit angebautem Magneten zum Ansetzen vorzüglich an Metall-Rezipienten.

Im Gebiet höherer Drucke ( $5 \cdot 10^{-4}$  bis  $10^{-1}$  Torr) arbeitet man zweckmäßig mit konstantem Entladungsstrom und mißt den Druck über die Brennspannung. Bei niedrigeren Drucken ist die Betriebsspannung konstant und der Strom das Maß für den Druck. Eichkurven wurden gezeigt für den ersten Fall in Luft und im zweiten Betriebsfall für Wasserstoff, Luft und Argon.

Bemerkenswert erscheint, daß nur bei Wasserstoff Proportionalität zwischen Strom und Druck besteht (bei konstanter Betriebsspannung). Bei den anderen Gasen besteht zwischen Strom und Druck ein Potenzgesetz mit jedem Gas eigentümlichen Exponenten größer als eins. [Hierzu vgl. auch S. Wagner, C. B. Johnson, J. SCI. INSTR. 1952.]



**S. Panzer** (Mosbach): Hochfrequenz-Hochspannungsanlagen für Mikroskopie mit Zwischenbeschleuniger.

Der elektronenoptische Zwischenbeschleuniger ermöglicht auch im elektrostatischen EM eine Beschleunigungsspannung von mehr als 100 kV durch Aufteilung in eine positive und eine negative Hochspannung. Infolge der hohen Anforderungen an den Gleichlauf bei Belastung einer der beiden Spannungen, geringe Welligkeit und kleinen Raumbedarf erweist sich die Hochspannungserzeugung mittels Hochfrequenz am günstigsten. Durch Verwendung je einer Greinacher Kaskade zur Gleichspannungsvervielfachung für die positive und die negative Hochspannung, die aus einem gemeinsamen Hochfrequenzsender und Resonanztransformator betrieben werden, erreicht man eine gute technische Lösung. Eine Anlage für max. 130 kV Beschleunigungsspannung läßt sich so klein bauen, daß sie im normalen el.stat.EM verwendet werden kann. Die gemessenen Abweichungen der beiden Hochspannungen gegeneinander betragen 0,2 % bei normalen Belastungsschwankungen von  $5 \mu\text{A}$ , sodaß die Summe der chromatischen Fehler  $3 \text{ \AA}$  nicht überschreitet.

**B. Duhm** (Wuppertal-Elberfeld): Die Abhängigkeit der Bildschärfe von der Konstanz der Spulenströme im elektromagnetischen Übermikroskop.

Bei extremen Anforderungen an das Auflösungsvermögen ist zu berücksichtigen, daß die durch Stromwärme verursachte Inkonzanz der Spulenströme eine fortlaufende Defokussierung bewirkt, die von einer bestimmten Größe der Stromänderung ab schon innerhalb der Belichtungszeit eine Bildunschärfe ergibt. Zur quantitativen Bestimmung der kritischen Größe von  $\Delta I/\Delta t$  wurde die zeitliche Änderung der Spulenströme gemessen und zugleich ein Folienloch in kurzen Zeitabständen photographiert. Bei den in stärkster astigmatischer Einstellung aufgenommenen Bildern dienten die Fresnel-Streifen als empfindliche Kontrolle der Bildschärfeänderung. Die zur Erzielung der notwendigen Stromkonstanz erforderliche Arbeitsweise wird angegeben.

**H. Arend, I. Broser und E. Ruska** (Berlin-Dahlem): Quantitative Untersuchungen an polykristallinen Leuchtschirmen. (Vorgetragen von I. Broser)

Es werden quantitative Messungen über die technische Lichtausbeute polykristalliner ZnS-Leuchtschirme bei Anregung mit Elektronen von 60 keV Energie durchgeführt. Die Helligkeit der Schirme in Auf- und Durchsicht wird als Funktion der Schichtdicke und der Korngröße ausgemessen. Die erhaltenen Kurven stehen in guter Übereinstimmung mit theoretischen Vorstellungen über die Streuung und Absorption des Lumineszenzlichtes in den polykristallinen Schichten. Es ist möglich, die Leuchtschirme mit Hilfe einer Streu- und einer Absorptionskonstante in eindeutiger Weise zu charakterisieren. Die Konstanten sind der Korngröße umgekehrt proportional. — An den gleichen Schichten werden Untersuchungen über das Auflösungsvermögen mit Hilfe der Methode der Kantenschärfe durchgeführt; die Halbwertsbreite des Überganges Hell - Dunkel an der Kante wird in Durchsicht als Funktion der Schichtdicke und der Korngröße wiedergegeben.

**H. Arend, E. Ruska und R. Warminsky** (Berlin-Dahlem): Zur Verwendung von ZnS-Einkristallen als Leuchtschirm im Elektronenmikroskop. (Vorgetragen von R. Warminsky)

Kornlose Bildschirme (ZnS, CdS, Uranglas) sowie die im Elektronenmikroskop gebräuchlichen polykristallinen Leuchtschirme (ZnS/CdS, ZnO)

wurden hinsichtlich Helligkeit und Auflösungsvermögen bei Strahlspannungen von 10 bis 60 kV untersucht. Der Vergleich zwischen polykristallinen Leuchtstoffschichten und Einkristallen aus gleichem Material (ZnS/CdS) zeigt, daß die nutzbare Helligkeit der planparallelen Einkristalle infolge des hohen Brechungsindex nur etwa  $\frac{1}{6}$ , die Auflösungsgrenze dafür aber, je nach der Strahlspannung,  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{50}$  der Werte von polykristallinen Bildschirmen beträgt. Hiernach ist durch Verwendung von Einkristallen eine beträchtliche lichtoptische Vergrößerung der Leuchtschirmbilder möglich, wodurch die elektronenoptische Vergrößerung und damit die Objektbelastung herabgesetzt werden können.

**A. Hell (München):** Über die Verwendbarkeit des Tontrennverfahrens für die Papierkopie elektronenmikroskopischer Aufnahmen. (Vorgetragen von R. Rollwagen)

In der Elektronenmikroskopie gehört die Herstellung einer Vergrößerung auf Photopapier zum Auswertvorgang des Bildes. Daher verdient die Fragestellung Beachtung, wie weit dieser Teil der „Messung“ objektiviert werden kann. Die vorliegende Untersuchung stellt einen ersten Schritt in dieser Richtung dar und zeigt, wie durch eine Variante des Person-Tontrennverfahrens der große Unterschied zwischen den Tonzahlen von Platten und Papieren gemildert werden kann. Zu diesem Zweck stellt man von dem Originalnegativ zwei neue Negative her, das eine gut durchgezeichnet in den Lichtern, das andere in den Schatten, und bringt sie mit Hilfe von Paßmarken zur Deckung; dieses so gewonnene Doppelnegativ wird normal weiter verarbeitet (ausführlichere Veröffentlich. in „Z. wiss. Mikroskopie und für mikroskop. Technik“; im Druck).

## **Parallelsitzung B: Elektronenmikroskopische Untersuchungen aus der Mikrobiologie**

Vorsitz: G. Schramm (Tübingen)

**K. E. Wohlfarth-Bottermann und G. Pfefferkorn (Münster):** Strukturuntersuchungen an Protozoenorganellen. (Vorgetragen von K. E. Wohlfarth-Bottermann)

Die vorgetragenen Ergebnisse einer ersten elektronenmikr. Untersuchung an Protrichocysten und Nesselkapseltrichocysten der Ciliatengattung *Prorodon* befinden sich in Z. WISS. MIKR. im Druck, Befunde über eine bislang nicht untersuchte Spindeltrichocyste (*Uronema marinum*) in Z. NATURFORSCH. Es wurden die ersten elektronenmikr. Abbildungen der Pellicula und der Cilienfaserwurzeln eines Infusors (*Colpidium*) demonstriert. — Die in verschiedenen Arbeiten beobachteten „Knäuelungsvorgänge“ oder „Ösenbildungen“ an den Geißeln tierischer und pflanzlicher Flagellaten sowie an Spermatozoenschwänzen konnten am Beispiel der Infusoriencilien als „Koltzoff-Effekt“ identifiziert und gedeutet werden. Die elektronenmikroskopische und phasenkontrastmikroskopische Analyse dieses Vorganges ließ Rückschlüsse auf den Sitz des kontraktiven Elements der Infusoriencilien und damit voraussichtlich auf den Sitz des kontraktiven Elements aller derjenigen Bewegungsorganellen zu, die sich aus einer protoplasmatischen Hülle und 9—11 Fasern aufbauen [VERH. DT. ZOOL. GES. 1952 Freiburg i. Br.].



**R. Gönnert und B. Duhm** (Wuppertal-Elberfeld): Histologisch-elektronenmikroskopische Untersuchungen an dem menschlichen Blutparasiten *Schistosoma mansoni*. (Vorgetragen von R. Gönnert)

Die gleichen histologischen Schnitte von *S. mansoni* wurden im Licht- und Elektronenmikroskop untersucht, um die Erfahrungen der Lichtmikroskopie für die Deutung elektronenoptischer Bilder besser nutzbar zu machen als bisher. Die Anatomie des Parasiten wird an Hand der vergleichenden Aufnahmen erläutert. Die Vorteile der elektronenmikroskopischen Untersuchungen werden an Einzelaufnahmen bei stärkerer Vergrößerung ersichtlich. Es lassen sich jedoch nicht alle im gefärbten lichtmikroskopischen Präparat erkennbaren Einzelheiten elektronenoptisch nachweisen, was auf noch unzureichende Technik zurückgeführt wird.

**H. Th. Schreus und K. H. Emde** (Düsseldorf): Elektronenmikroskopische Studien an Dermatophyton. (Vorgetragen von K. H. Emde)

Es werden erstmalig Elektronenbilder der pathogenen Pilze (Epidermophyton, Trichophyton, Mikrosporon u. Achorion) gezeigt, die aus Kulturpräparaten gewonnen wurden. Die Pilzfäden sind von einer Membran umgeben, die nicht doppelt konturiert ist und Querwandbildung (ohne Siebbildung) zeigt. Bei jungen Sporen keine Einzelheiten, bei älteren Ablösung von der Zellmembran, fleckweise Aufhellung, Verästelung oder fädige Anordnung. Die fädige Substanz ist immer nach der Seite der auswachsenden Zelle dichter als proximal. Weiter sind erwähnenswert granuläre Gebilde, wie sie schon bei Bakterien beschrieben wurden (Volutin), die bei Bestrahlung aufhellen. Die Sporen sind nicht aufhellbar, es sei denn, daß sie beginnen auszukeimen; dann zeigt sich Aufhellung im Zentrum, z. T. in Art der Polkappenbildung. Weitere Untersuchungen über die Veränderungen unter Einwirkung von antimykotischen Mitteln sind im Gange.

**W. Flaig** (Braunschweig-Völkenrode): Untersuchungen an Streptomycetensporen.

Die Einteilung der Streptomyceten in Gruppen ist nach den bisherigen Methoden verhältnismäßig umständlich. Auf Grund des Wachstums auf verschiedenen Aminosäuren und der morphologischen Bestimmung der Sporenform im Elektronenmikroskop waren wir in der Lage, diese in sechs Gruppen einzuteilen. Die erste Gruppe zeichnete sich durch eine größere Anzahl von stachelförmigen Fortsätzen von ca. 0,1  $\mu$  Länge an der Oberfläche aus. Die Form der Stacheln ist je nach Stamm unterschiedlich. Die Sporen der Gruppe II hatten eine länglich ovale und die der Gruppe IV eine tönnchenförmige Gestalt. Die Gruppen V und VI besaßen mehr oder minder kugelförmige Sporen. Die kleinste der Gruppen, die Gruppe III, war in ihrer Sporenform nicht ganz einheitlich.

**G. Bringmann** (Berlin-Dahlem): Elektronenmikroskopische Beobachtung der Entstehung filtrierbarer (L-)Formen von *B. proteus* unter Penicillin-Einfluß.

Es werden erste Ergebnisse laufender elektronenmikroskopischer Beobachtungen der Umwandlung von Normalformen von *B. proteus* in filtrierbare L-Formen und Stadien der Rückwandlung von filtrierbaren Formen zu Normalformen demonstriert. Mit der rein statischen Beobachtungsmethode der Elektronenmikroskopie kann auf zwei Wegen eine Analyse der vermuteten Entwicklungsvorgänge erfolgen. In zeitlicher Folge an der gleichen Kultur gewonnene Bilder von Tupfpräparaten ergänzen und bestätigen im

Rahmen des Verfahrens lichtmikroskopische Befunde. Auf weitere noch nicht abgeschlossene Beobachtungen räumlich benachbarter Entwicklungsstadien im Diffusionsgefälle des wirksamen Agens wird hingewiesen.

Sachliche Folgerungen z. B. hinsichtlich des Vermehrungsvorganges der filterbaren Formen werden insoweit gezogen, als das beweisende Beobachtungsmaterial und die Beobachtungsfolge auf beiden Wegen reproduzierbar sind, dann jedoch auch, wenn sie im Rahmen der bisherigen Anschauungen der klassischen Bakteriologie ungewöhnlich erscheinen mögen.

Das umfangreiche elektronenmikroskopische Übersichtsmaterial, das hinter den im kleinen Rahmen vorführbaren Bilddetails steht und das durch lichtmikroskopische Parallelbeobachtungen gestützt wird, macht eine Diskussionskritik der Methode und ihrer Beobachtungsergebnisse gegenstandslos. Anregungen zur kinematographischen Vergleichsuntersuchung der Entwicklungsvorgänge im Phasenkontrastmikroskop sind begrüßenswert.

**L. Grün und H. W. Schlipkötter** (Düsseldorf): Zur Morphologie der Kulturspirochaeten. (Vorgetragen von L. Grün)

Die vom lichtoptischen Bild abweichende Gestalt der *Spirochaeta pallida* ist Folge präparativer Eingriffe, wie Waschen in dest. Wasser, Zentrifugieren und Trocknen. Es wurde eine Übersicht über die verschiedenen Formen der el. opt. sichtbaren Gestalt von *spirochaeta pallida* Stamm Reiter gegeben. Die Länge variierte zwischen 0,5 und 20  $\mu$ ; die Dicke der Fadenbakterien ist weitgehend von der Qualität des Nährmediums abhängig und schwankt zwischen 0,2 und 0,5  $\mu$ . Die Keime waren dipolar begeißelt. Die Periodenlänge der Geißeln betrug 1,5  $\mu$ . Ein Achsenfaden konnte nicht wahrscheinlich gemacht werden. Dauer- und Regenerationsformen wurden auch in alten Kulturen nicht gefunden.

**H. W. Schlipkötter und L. Grün** (Düsseldorf): Über den Einfluß spezifischer Therapeutika auf Fadenbakterien. (Vorgetragen von H. W. Schlipkötter)

Die Wirkung von Chemotherapeutika und Antibiotika auf *Leptospira icterogenes* und *Spirochäta pallida* Reiter wurde mit Hilfe des Elektronenmikroskopes untersucht. Den einzelnen Teströhrchen mit stets gleichbleibenden Nährmedien wurden kurz vor der Beimpfung die Grenzkonzentrationen der verschiedenen Präparate hinzugegeben. Nach mehrtägiger Bebrütung wurden die Kulturen ausgewaschen und untersucht. Die mit Atebrin und Neosalvarsan geschädigten Bakterien zeigten Aufquellungs- und Auflösungserscheinungen. Beim Wismut konnte metallisches Wismut als kleine Körnchen in den Spirochäten beobachtet werden. Aureomycin und Terramycin zeigten ähnliche Formveränderungen, nämlich Plasmaverluste und bei den Leptospiren Beeinträchtigung des Längenwachstums. Unter Chloromycetin und Streptomycin waren besonders gestreckte Formen vorherrschend, während beim Penicillin die Spirochäten zahlreiche Unterbrechungen des Plasmaleibes aufwiesen.

**E. Kessler und L. Grün** (Düsseldorf): Über die Wirkung von Antibiotica und Chemotherapeutica auf die Gestalt gramnegativer Stäbchen. (Vorgetragen von E. Kessler)

Es wurde hingewiesen auf verschiedenartige Veränderungen der Gestalt und Struktur, die an Bakterien unter dem Einfluß antibiologisch wirksamer Stoffe auftreten. Sie wurden verglichen mit Abweichungen des Bakterienkörpers, die auf unspezifischen Einflüssen wie Alterung, pH-Gehalt des Nährbodens und unspezifischen Nährbodenzusätzen beruhen. Es zeigte sich, daß die am Bakterienkörper auftretenden Schäden weniger kennzeichnend



für die Art als für die Dosis des schädigenden Agens sind. Abschließend wurden Bilder von Schäden gezeigt, die bei Mycobakterien unter dem Einfluß von Isonicotinsäurehydrazid vorkommen. Man beobachtet eine Verbreiterung und Verkürzung der Keime, keulen- und spindelförmige Auftreibungen, sowie Verdichtungen des Granula und ein gehäuftes Vorkommen von aufgeblähten, leeren Bakterienmembranen.

**G. Bringmann** (Berlin-Dahlem): Die Wirkung von Hemmstoffen auf Mycobakterien.

Im elektronenmikroskopischen Bild lassen sich in *Mycobacterium avium* charakteristische Zellstrukturen (Makrogranula, Mikrogranula, Vakuolen, in Fettlösungsmitteln lösliche Einlagerungen) abbilden und zytochemisch analysieren. Die Ausprägung der genannten Zellstrukturen ist bei standardisierten Versuchsbedingungen abhängig von der Kulturdauer und kann daher als Indikator bei Entwicklungsstörungen verwendet werden. Hemmstoffe bewirken eine Störung der Individualentwicklung der Einzelzelle, die sich in charakteristischen Abweichungen von dem zu erwartenden Entwicklungstypus demonstriert. Man findet auf diese Weise eine Konzentrationsabhängigkeit in der Stufenfolge der Bakteriostase bei Streptomycin und PAS: Absolute Hemmung der Individualentwicklung, ungehemmtes Individualwachstum bei absolut gehemmter Zellteilung, verzögerte Zellteilung. Conteben verursachte neben Bakteriolyse eine unterschiedliche Bakteriostasewirkung, da in den gleichen Kulturen einerseits eine Hemmung der Zellteilung bei ungehemmtem Individualwachstum eintrat, während andererseits eine Hemmung des Individualwachstums nach vollzogener Zellteilung beobachtet werden konnte. In solchen Fällen waren kugelförmige Hemmungsformen zu beobachten. Solvoteben bewirkte eine ausgesprochene Störung des Längenwachstums und der Einlagerung von in Lipidlösungsmitteln löslichen Substanzen, ohne jedoch den Phosphatstoffwechsel zu beeinflussen.

### Parallelsitzung A: Elektronenbeugung, Auflichtmikroskopie

Vorsitz: W. Kossel (Tübingen)

**R. Bernard** und **E. Pernoux** (Lyon): Ursprung des Schlierenbildes bei sehr dünnen Kristallen. (Vorgetragen von R. Bernard)

Eine Klassifikation von Schlierenbildern, welche bei elektronenmikroskopischer Beobachtung dünner Kristalle auftreten, wird vorgeschlagen. Sie umfaßt vier bestimmte Systeme, welche an  $\text{MoO}_3$  und  $\text{PbJ}_2$  beobachtet worden sind. — Die Entwicklung dieser Schlieren wurde anhand von Einkristallbeugungsbildern verfolgt. Dabei wurde festgestellt, daß die Streifen des Fischgräten-Systems parallel zur 203 und 203 bzw. 305 und 305-Ebene verlaufen. Der Zerfall von  $\text{MoO}_3$  in  $\text{MoO}_2$  ist kein Primäreffekt. Solange die Kriställchen nicht hinreichend dünn geworden sind, zeigen sie das Beugungsdiagramm des ursprünglichen Stoffes ( $\text{MoO}_3$  bzw.  $\text{PbJ}_2$ ). Die Streifen lassen sich durch eine Verbiegung des Kristalls erklären, welche die Folge unregelmäßigen Verdampfens der Kristalloberfläche ist.

**G. Möllenstedt** (Mosbach u. Tübingen): Elektronenmikroskopische Sichtbarmachung von Hohlstellen in Einkristall-Lamellen.

$\text{PbJ}_2$ -Einkristall-Lamellen zeigen im Elektronen-Mikroskop bei vorsichtiger Dosierung der Intensität die durch Verbiegungen verursachten auch von

anderen Einkristallen her bekannten dunklen Kurvenzüge. Durch starke Erhöhung der Intensität beobachtet man den Abbau des freitragenden Einkristalls zu polykristallinem Blei auf hauchdünner Kohlenstoff-Unterlage.

Von besonderem physikalischen und mineralogischen Interesse aber ist die anfängliche Einwirkung der Elektronenstrahlen auf den Einkristall. Erhöht man die Intensität sehr langsam, so gelingt es, die Entstehung von scharf begrenzten Bereichen von einigen  $\mu$  im Durchmesser zu beobachten, die mit feingezichneten Kikuchi-Linien des  $\text{PbJ}_2$  ausgefüllt sind. Meist findet man sogar zwei Systeme übereinander gedruckt. Diese Interferenz-Erscheinung läßt sich in Analogie zum Kossel'schen konvergenten Elektronenbündel gut verstehen, wenn man annimmt, daß im Kristall eine Hohlstelle entstanden ist. Das eine Interferenzbild entspricht der oberen, das andere der unteren gewölbten Lamelle der Blase. Ein Modellversuch beweist die Richtigkeit dieser Vorstellung. Auch von Natur aus vorhandene Hohlstellen müssen in dieser Weise im EM sichtbar werden.

**O. Rang** (Mosbach): Fern-Interferenzen von Elektronenwellen.

An Hohlstellen, die in einem Glimmer-Einkristall auftreten, werden neuartige Elektronen-Interferenzen aufgezeigt. Mit Hilfe der Dunkelfeld-Mikroskopie wird aus den Interferenz-Streifen gleicher Neigung die Form der Hohlstellen bestimmt. Im Anschluß daran werden die neuartigen Interferenzen quantitativ als Fern-Interferenzen gedeutet.

**H. Westermann und G. Pfefferkorn** (Münster): Ausgedehnte Interferenzschlieren in elektronenmikroskopischen Bildern organischer Substanzen. (Vorgetragen von G. Pfefferkorn)

Präparate von Eiweißstoffen, Aggar und Gelatine, zeigen bei Elektrolytzusatz Interferenzschlieren, die im Dunkelfeld hell erscheinen. Die mosaikartige Unterbrechung der Reflexbänder läßt auf einen quasi-einkristallinen Realblockbau schließen. Bei der Elektronenbeugung tritt neben schwachen Pulverringen ein Punktdiagramm von Salzeinkristallen auf, so daß man orientierte Einlagerung kleinster, durchstrahlbarer Salzkristalle annehmen kann. Der sich kreuzende Verlauf der Reflexbänder weist auf eine unebene Ausbildung der Schichten hin.

**L. Wegmann** (Zürich): Beobachtungen an aufgedampften Antimonschichten.

Es wurden einige Bilder von Antimonaufdampfschichten gezeigt, welche bei noch gut durchstrahlbarer Schichtdicke zusammenhängende Einkristalle bis zu 10  $\mu$  Länge zeigen. Diese Kristalle sind einerseits deutlich aus Tröpfchen zusammengesetzt, andererseits weisen sie ähnliche „Schlierenbilder“ auf wie Molybdäntrioxyd oder Bleijodid. Durch sehr schräge Goldbedampfung wurde versucht, die Verbiegung der Kristalle sichtbar zu machen, doch war es auch durch Auszählen der Goldkörnchen nicht möglich, eine verschiedene Neigung festzustellen. Dies deckt sich mit den Berechnungen von G. Möllenstedt und O. Rang, wonach schon sehr schwache Verbiegungen zu starker Schlierenbildung führen können.

**A. Boettcher und R. Thun** (Hanau): Kinematische Strukturuntersuchungen mit Elektronenstrahlen. (Vorgetragen von A. Boettcher)

Bei einer Elektronenbeugungsanlage, die eine Erwärmung des Objekts sowie dessen kontinuierliche Verschiebung bei laufender Durchstrahlung



gestattet, wird ein durch den Zentralfleck eines Debye-Scherrer-Diagramms verlaufendes schmales Segment ausgeblendet und zur Schwärzung einer unter dem Spalt verschiebbaren Photoplatte verwandt. Die Anlage gestattet dementsprechend die kinematographische Aufnahme von feinstrukturellen Änderungen, wie sie in einem heterogenen Objekt während einer Temperaturbehandlung entstehen. Bei synchroner Verschiebung von Objekt und Platte ist außerdem im Falle von strukturell inhomogenen Objekten deren feinstrukturelle „Abbildung“ möglich. Das Verfahren erscheint von besonderem Interesse für die Untersuchung von Diffusionsvorgängen, Phasenumwandlungen und die Klärung des feinstrukturellen Aufbaus von Zwei- und Dreistoff-Systemen.

#### **A. Boettcher (Hanau): Über einige Möglichkeiten einer Strukturmikroskopie.**

Es wird die Weiterentwicklung der von Möllenstedt bei der Feinstrukturanalyse mittels Elektronenstrahlen erstmalig angewandten Lochkammeramethode zu einer „Strukturmikroskopie“ skizziert. Sie bildet ein Bindeglied zwischen der Feinstrukturanalyse und der Elektronenmikroskopie insofern aus den ihr eigentümlichen Strukturdiagrammen mehrphasiger Systeme außer den kristallinen Feinstrukturen der einzelnen Komponenten auch die geometrische Form und Ausdehnung der zugehörigen Phasenbereiche entnommen werden kann. Einige charakteristische Anordnungen für Untersuchungen in Durchstrahlung und Reflexion werden näher beschrieben und für ihre wesentlichen Eigenschaften, insbesondere das Auflösungsvermögen, allgemeine Ausdrücke angegeben. Auf die Bedeutung der Steuerung der Primärintensität für die spezifische Leistungsfähigkeit der Anordnungen wurde an Hand einiger Beispiele besonders hingewiesen.

#### **A. Boettcher und F. Leonhard (Hanau): Strukturmikroskopische Aufnahmen mit dem elektrostatischen Elektronenmikroskop. (Vorgetragen von F. Leonhard)**

Es wurde gezeigt, in welchem Umfang in dem Elektronenmikroskop EM 8 strukturmikroskopische Aufnahmen möglich sind, und dies an einigen Beispielen solcher Aufnahmen erläutert.

#### **O. E. Radezewski (Hamburg): Über die Bestimmung von Mineralen mittels Beugung im Elektronenmikroskop.**

Es wird gezeigt, daß es notwendig und grundsätzlich möglich ist, zur Bestimmung von Mineralen im Elektronenmikroskop auch das Beugungsdiagramm hinzuzuziehen. Bei polymineralischen Objekten müssen von den gleichen Teilchen mikroskopische und Beugungsbilder gemacht werden, aus denen zur sicheren Bestimmung Schlüsse auf das Kristallgitter gezogen werden können. Am Beispiel von zwei Böden aus der Eifel wird die Auswertung der Diagramme zur Bestimmung des Mineralbestandes erläutert. Darüber hinaus werden von dem monomineralischen Nontronit und einem polymineralischen Ton mikroskopische und Beugungsbilder der gleichen Teilchen gezeigt, darunter erstmalig Einkristallbeugungsdiagramme von Nontronit, der nur in sublichtmikroskopischen Dimensionen auftritt. Die Beugungsbilder wurden erhalten von Bereichen von einigen  $\mu$ , im Philips-Elektronenmikroskop durch Ausblenden und Abbilden der hinteren Brennebene des Objektivs mittels einer Beugungslinse und im Siemens-Übermikroskop durch Fokussieren des Elektronenstrahls mittels Feinstrahlkondensors, in Analogie zum konoskopischen Strahlengang im Polarisationsmikroskop.

## Parallelsitzung B: Weitere elektronenmikroskopische Untersuchungen aus der Mikrobiologie

Vorsitz: A. L. Houwink (Delft)

**R. Wigand und D. Peters (Hamburg):** Abbauversuche an *Haemobartonella muris* und *Eperythrozoon coccoides*. (Vorgetragen von R. Wigand)

Die Blutparasiten wurden licht- und elektronenoptisch („Abdruckverfahren“) nach Einwirkung verschiedener kristallisierter Fermente untersucht. Trypsin brachte *Eperythrozoon coccoides* vollständig zum Verschwinden, während bei *Haemobartonella muris* Reste mit unregelmäßigen Verdichtungen im Innern erhalten blieben. Ribonuclease und Desoxyribonuclease hatten lichtoptisch beide eine sichere, wenn auch unterschiedliche Wirkung. Elektronenoptisch waren sie dagegen wirkungslos. Jedoch erfolgte Massenverminderung, wenn nach der Nuclease noch Pepsin einwirkte, das, allein angewendet, zu keinem Abbau führte. Diese kombinierte Anwendung von Fermenten eröffnet weitere Perspektiven. Das färbische Verhalten der Organismen wies ebenfalls auf einen Aufbau aus beiden Typen von Nucleoproteiden hin.

**H. Raettig (Berlin):** Eine einfache Präparationsmethode zur elektronenoptischen Darstellung von Bakteriophagen.

Für die Präparation von Bakteriophagen wird mit geringen Abweichungen das Filmbewuchungsverfahren vorgeschlagen, das Hillier, Knaysi und Baker 1948 erstmalig beschrieben. Diesem Verfahren wird vor anderen (Tropfen-, Abklatsch- und Abziehverfahren) der Vorzug gegeben, weil einerseits die natürliche Lagerung zwischen Bakterien und Phagen am besten erhalten bleibt und somit sehr gut die Wechselwirkung zwischen beiden studiert werden kann und weil andererseits bei diesem Verfahren besonders wenig Präparationsversager auftreten.

12 Photogramme zeigen die verschiedenen Möglichkeiten dieser Präparationsmethode.

**Th. Nasemann und D. Peters (Hamburg):** Einfache und schonende Präparationsmethode für die elektronenoptische Untersuchung von Viren. (Vorgetragen von Th. Nasemann)

Unter Umgehung der Methoden der fraktionierten Zentrifugation und der Salzfällung führte die direkte Tupfpräparation von der infizierten Chorionallantois oder der Kaninchencornea schonend zu brauchbarer Darstellung der Quaderviren (Elektromelie, Kaninchenmyxom, besonders Vaccine). Noch bessere Resultate lieferte ein indirektes Verfahren, bei dem das Virusmaterial durch Abtupfen von einem gewöhnlichen lichtoptischen Ausstrich vor dessen Abtrocknung gewonnen wird. Da die Abdruckstellen sichtbar bleiben, gewinnt man nach Färbung ein lichtoptisches Komplementär des elektronenoptischen Präparates. Beide Verfahren ermöglichen die Erfassung aller oberflächlich gelagerten Elementarkörper und die Beurteilung ihrer Lagerung in Bezug auf die miterfaßten Zellen.

Neben freien Elementarkörpern, Aggregaten, Ketten, Doppel- und Einzelformen wurden isolierte Einschlußkörper, Elementarkörper im Cytoplasma von Epithelzellen und in Gewebsresten beobachtet. Die Dichte der Viruskörper variierte merklich; mitunter waren Innenstrukturen sichtbar.



**D. Peters und Th. Nasemann (Hamburg):** Enzymatischer Abbau von Quaderviren. (Vorgetragen von D. Peters)

Beim erschöpfenden Pepsinabbau von Vaccinevirus, das durch Tupfpräparation von der Kaninchencornea bzw. der Chorionallantois gewonnen worden war, wurden bisher nicht beschriebene Strukturunterschiede beobachtet. Neben einer Größenvariation der Innenkörper (Kernäquivalente?) zwischen Elementar(Elk.)-größe und Null (leere Membran) wurden Lagerungs- und Formunterschiede gesehen. Die Innenkörper können zentral, randständig, mitunter bei angegriffener Membran auch daneben liegen. Neben den bekannten Rundformen traten auch Nieren-, Doppel-, Dreifach-, Vierfach- und Ringformen auf. Die Formen variierten in gewissen Grenzen mit der Fixierung. Wir deuten die Strukturunterschiede am Innenkörper als Ausdruck von Reifestadien der Elk. Trotz umfangreichen Materials von 50 000 ausgezählten Elk. war eine altersmäßige Zuordnung der Typen wegen starker regionaler Verschiedenheit der Typenverteilung noch nicht mit Sicherheit möglich.

**R. Gönnert und B. Duhm (Wuppertal-Elberfeld):** Zur Vermehrung des Bronchopneumonievirus der Maus, vergleichende licht- und elektronenmikroskopische Studien. (Vorgetragen von R. Gönnert)

Es konnte der Beweis erbracht werden, daß die von anderen Autoren als solche beschriebenen Gebilde wirklich mit den Elementarkörperchen (EK) des Bronchopneumonievirus der Maus (Psittacose-Lymphogranuloma inguinale-Gruppe) identisch sind. Größe, Struktur und Gestalt des Virus werden beschrieben. Die EK messen im Ausstrich im Mittel 370 m $\mu$ , im histologischen Schnitt 270 m $\mu$ . Dem Initialkörperchen entsprechende Gebilde sind auch histologisch-elektronenoptisch nachweisbar (400—1100 m $\mu$ ). Sie zeigen eine Innenstruktur, welche eher für als gegen die Entstehung der EK aus denselben spricht. Zur Klärung des Entwicklungszyklus dieses Virus sind weitere Untersuchungen erforderlich.

**C. A. Baud und E. Pernoux (Lyon):** Elektronenmikroskopische Untersuchung der Magermilchgerinnung. (Vorgetragen von W. Bernhard, Paris)

Es wurden 5 EM-Bilder vorgeführt, welche den Verlauf der Magermilchgerinnung nach der Kühlhauslagerung zeigen: Kugelige Kalzium-Kaseinat-Teilchen; Wachsen eines Astes; Aneinanderreihung und Verbindung der Teilchen; Kettenbildung und Verflechtung.

**G. Schramm (Tübingen):** Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Eiweißmolekülen.

Das Elektronenmikroskop kann mit Erfolg zur Größenbestimmung organischer Makromoleküle herangezogen werden. Bei kugelförmigen Teilchen liegt die Grenze der Nachweisbarkeit bei einem Molekulargewicht von etwa 50 000. Bei derartigen Teilchen ist eine genaue Angabe der Dimensionen nur möglich, wenn sie zu regelmäßigen Aggregaten (Kristallen, Ketten) angeordnet sind. Verfasser berichtet über eigene Untersuchungen am Hämocyanin (Helix pomatia) und seinen Dissoziationsprodukten, am Tabakmosaikvirus und am Kartoffel-Y-Virus. Bei diesen Molekülen wurden die elektronenmikroskopischen Ergebnisse durch entsprechende Untersuchungen in der Ultrazentrifuge kontrolliert. Die Eiweißmoleküle sind dadurch gekennzeichnet, daß sie leicht in gleichartige Untereinheiten zerfallen. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an den Virusteilchen der klassischen und der atypischen Geflügelpest zeigen dagegen, daß diese aus verschiedenartigen Bestandteilen zusammengesetzt sind und daher in ihrer Struktur den einfachen Eiweißmolekülen nicht entsprechen.

**Gesamtsitzung: Präparationstechnik und besondere Beobachtungsverfahren**

Vorsitz: H. Mahl (Mosbach)

**R. Bernard und F. Davoine** (Lyon): Auswertung von Elektronenbildern pulverförmiger Stoffe. (Vorgetragen von R. Bernard)

Die Präparationstechnik wird beschrieben. Die Auswertung der Elektronenbilder, das Aufzeichnen der Häufigkeitsverteilungskurven, die Berechnung der entsprechenden spezifischen Oberfläche werden erläutert. Der Vergleich mit den Werten des B.E.T.-Absorptionsverfahrens wird dargelegt.

Als Beispiel dient die Überprüfung eines Mahlprozesses. Diese führt zu dem Schluß, daß die Einwirkung der Kugel-Mühle zwiefach ist. (a) Die Teilchen werden in gröbere Splitter zerschlagen; (b) durch Aneinanderreiben wird sehr feiner Staub abgeschliffen, welcher die gemahlten Teilchen einhüllt und sich deswegen der elektronenmikroskopischen Beobachtung entzieht. Die Oberfläche dieses Staubes ist also mit dem EM nicht bestimmbar, sondern läßt sich nur mit dem B.E.T.-Absorptionsverfahren ermitteln.

**H. Kehler und A. Koch** (Frankfurt-Höchst): Die Aufbringung von Übermikroskop-Präparaten - im Ultraschall-Nebel. (Vorgetragen von H. Kehler)

Suspensionen feiner Teilchen neigen bei der Aufbringung auf Trägerfolien zu Zusammenballungen, die oft eine Betrachtung einzelner Partikel im Übermikroskop unmöglich machen. Bringt man derartige Suspensionen in ein Ultraschallfeld, so werden sie zu feinen Tröpfchen vernebelt, wobei die suspendierten Teilchen mit in die Nebeltröpfchen gehen. Für alkoholische Suspensionen ist die Vernebelung in einem Reagenzglas bei etwa 1 MHz geeignet, während wässrige Suspensionen in einem Tropfen direkt auf einen 3-MHz-Schallkopf aufgebracht werden. Den Nebel läßt man dann auf die Trägerfolie absinken.

(Aus der Physikalischen Abteilung der Farbwerke Höchst).

**V. C. Dalitz und J. A. Schuchmann** (Delft): Abdrucke mit Hilfe von Kohleschichten. (Vorgetragen von V. C. Dalitz)

1. Eine Methode zur Herstellung positiver Abdrucke von Oberflächen: Das zu untersuchende Präparat wird mit einer 5 bis 10  $\mu$  dicken Silberschicht bedampft. Die Bedampfung geschieht aus einem kleinen Tiegel. Die Silberschicht ist in den meisten Fällen unschwer vom Präparat zu trennen. Danach wird die Silberschicht mit einer dünnen Kohlehaut versehen. Das Silber wird in Salpetersäure aufgelöst.

2. Es ist möglich, unter Vermeidung eines Doppel-Abdruckverfahrens mit einem direkten Abdruck die Faserstruktur von Holz und anderen biologischen Objekten deutlich sichtbar zu machen. Mit der Hand hergestellte Schnitte werden nach Entfernen von Harz und Lignin mit Platin beschattet und mit einer Kohleschicht versehen. Die Präparatsubstanz wird fortgelöst.

**C. Weichan** (Berlin-Siemensstadt): Formtreue Abbildung von feuchten Oberflächen durch verschiedene Abdruckverfahren.



**R. Rühle** und **E. Zehender** (Stuttgart): Die Beurteilung von Objekten im Elektronenmikroskop, die während der Beobachtung geschenkt werden können. (Vorgetragen von R. Rühle)

Wird im Elektronenmikroskop das beobachtete Objektgebiet um eine Achse gedreht, die auf einige  $\mu$  genau durch dessen Mitte geht und senkrecht auf der Elektronenstrahl-Achse steht, so vermitteln die entstehenden Bildverschiebungen einen räumlichen Eindruck des Objektes. Dies wurde in einem 1. Film an einer kontinuierlichen Objektverdrehung um etwa  $22^\circ$  demonstriert. In einem 2. Film wurde an Molybdäneinkristallen gezeigt, wie bei einer Objektdrehung die bekannten Interferenzstreifen, wie sie allgemein bei kristallinen Objekten auf dem Leuchtschirm sichtbar sind, sich verschieben. Aus der Verschiebung in Abhängigkeit vom Drehwinkel kann auf die Verbiegung des betreffenden Kristalls geschlossen werden.

**B. Schumacher** (Hechingen und Stuttgart): Dynamische Druckstufenstrecken für den Übergang eines Korpuskularstrahlbündels von Vakuum auf Atmosphärendruck.

Es wird die Dimensionierung einer Anordnung aufeinanderfolgender Lochblenden besprochen, die es erlaubt, mit üblichen Pumpen und Lochdurchmessern von einigen Zehntel Millimetern ohne Folie in 2 bis 3 Stufen von Hochvakuum auf Atmosphärendruck überzugehen, wenn das einströmende Gas in jeder Stufe abgepumpt wird. (Sogen. dyn. Druckstufenstrecken). Drei Konstruktionen werden beschrieben, die erlauben, monokinetische Elektronen- und Ionenstrahlen mit Stromstärken bis zu 0,5 mA in Gase einzuschießen, bzw. nach Durchlaufen einer kurzen Gasstrecke ebenso wieder ins Vakuum eintreten zu lassen. Der vollständige Verlauf der Diffusion eines Elektronenstrahls in Normalluft wird gezeigt (Elektronen-Streukugel) ebenso ein Gasströmungs-Schattenbild und Gasfluoreszenz im Elektronenstrahl. Röntgenfluoreszenz leichter Stoffe, chemische und thermische Wirkungen des Strahls werden erwähnt.

**J.-G. Helmcke** und **B. Jahn** (Berlin-Dahlem): Dentinkanäle des menschlichen Zahns (mit Stereoprojektion). (Vorgetragen von J.-G. Helmcke)

Die Strukturen vom Schmelz und Dentin wurden elektronenoptisch an natürlichen Bruchflächen (Abdruckmethode, Wo-Oxyd-Bedampfung) untersucht. An der Innenfläche der Pulpa wurde ein wabenartiges, unverkalktes Prädentin(?)gerüst ermittelt, in dessen Hohlräumen die Odontoblastenzellen lagen. Von jedem dieser Hohlräume geht ein Odontoblastenfortsatz (Tomes'sche Faser) in das Innere des Dentins, der sich in kleinere Seitenäste verzweigt. Die aus dem Dentin bei der Präparation herausgezogenen unfixierten Odontoblastenfortsätze erschienen elektronenmikroskopisch strukturlos. Im Dentinbett der Fasern konnten jedoch verschiedentlich kollagenartige und netzförmige Bildungen beobachtet werden. Die Odontoblastenfortsätze lagen teils direkt in der kalkigen Zwischenschicht, teils in einer wahrscheinlich stärker erhärteten, anders strukturierten Substanz. Es wird ein noch nicht näher untersuchter Zusammenhang mit dem Alter der Zähne vermutet. — Über die Deutung der Bilder wird an anderer Stelle ausführlich berichtet.

**B. Jahn** (Berlin-Dahlem): Oberflächenstrukturen von Foraminiferenschalen (mit Stereoprojektion).

Die Gehäuse der Foraminiferen (marine Einzeller) können entweder durch Ausfällung kalkhaltiger Verbindungen an der Oberfläche oder durch

Einlagerung von geformten Substanzen (Sandkörnchen oder Schalen anderer Organismen) in eine erhärtende organische Kittsubstanz gebildet werden. Die elektronenoptische Untersuchung (Abdruckmethode, Wo-Oxyd-Bedampfung) zeigte bei dem ersten Typ einen gesetzmäßigen Aufbau der Kalkeinlagerung mit bestimmter Musterung und bei dem zweiten Typ eine lückenlose, aber völlig unregelmäßige Zusammensinterung der Kalkteilchen. Vorwiegend bei Schalen des ersten Typs konnte ein zartes organisches Oberflächenhäutchen sowohl bei fossilen als auch bei rezenten Formen gefunden werden, wie es auch bei Kalkgehäusen anderer Tiergruppen ausgebildet ist. Diese organische Außenhülle setzt sich mit feinen Kanälen durch die Kalkporen der Foraminiferenschale ins Innere des Organismus fort. Sie scheinen die Protoplasmafortsätze (Rhizopodien) zu umhüllen. Entkalkte Kanäle zeigen in regelmäßigen Abständen Siebplatten mit gesetzmäßig angeordneten Sieblöchern, über deren funktionelle Bedeutung noch nichts ausgesagt werden kann.

**E. Wiesenberger** (Berlin-Siemensstadt): Die Graphitierung und ihre Anwendung auf schwer lösliche Stoffe.

**J.-G. Helmcke** (Berlin-Dahlem): Die Feinstruktur verschiedener Membranfilter (mit Stereoprojektion).

Fünf Sorten von Membranfiltern unterschiedlicher Durchlässigkeit wurden auf die Ausbildung ihrer Oberfläche (Schrägbedampfung) und das Gefüge ihrer Innenstruktur (Kohlehüllenverfahren) hin untersucht. Mit steigender Durchlässigkeit nimmt die Zahl und Größe der Poren je Flächeneinheit zu, so daß die Filtermasse aus einem immer stärker verzweigten Kanalsystem besteht. — Entsprechend dem Herstellungsgang, bei dem die flüssige Nitrozellulosemasse auf einer Glasfläche erstarrt, bilden sich je nach den Versuchsbedingungen durch Einfluß von Wasserdampf kleinere oder größere Hohlräume, die nach der Erstarrung der Masse als Poren zu erkennen sind. — Stereoskopisch konnte die Lage von fixierten und unfixierten Bakterien auf den Filtern ermittelt werden.

## **Schlußsitzung: Elektronenmikroskopische Untersuchungen aus der Histologie**

Vorsitz: W. Bernhard (Paris)

**A. Jakob** (Nürnberg) und **F. Schleich** (Mosbach): Die Veränderungen in der Nervenfeinstruktur durch die Bielschowsky-Färbung. Elektronenmikroskopische Untersuchungen mit dem Abdruckverfahren. (Vorgetragen von A. Jakob)

Für die Darstellung der Nervenfeinstruktur stehen heute drei Methoden zur Verfügung: (1) Die Zupfmethode. (2) Schnitt mit dem rotierenden Mikrotom. (3) Das feuchte Abdruckverfahren. Verfasser untersuchten mit dem zuletzt erwähnten Abdruckverfahren den Ischiasnerven des Menschen nach Osmiumfixation und nach der in der Histologie bekannten Bielschowsky-Färbung, die zur Darstellung der Achsenzylinder in der Lichtmikroskopie dient. Die Abdrücke bei dem mit Osmium fixierten Ischiasnerven zeigen die bekannten Strukturen des kollagenen Bindegewebes mit einer Periode von etwa 650—700 Å. Die Achsenzylinder selbst konnten mit dem Abdruckverfahren nicht dargestellt werden. Der mit der Bielschowsky-Färbung präparierte Nerv zeigte eine nahezu völlige Zerstörung der collage-



nen Struktur; die einzelnen Fibrillen waren stark gequollen und unregelmäßig konturiert. Die feingewebige Struktur wurde also durch das Bielschowsky-Verfahren völlig zerstört.

**G. Wilke** (Gießen) und **H. Kircher** (Leverkusen): Über elektronenmikroskopische Untersuchungen an Gliafasern. (Vorgetragen von G. Wilke)

Vergleichende elektronenmikroskopische Untersuchungen an Gliafasern, Fibrinfasern und kollagenen Fasern unterstützen die aus histologischen, röntgenographischen und ultraviolett-mikroskopischen Untersuchungen gewonnene Vorstellung, nach welcher sich die oft schon frühzeitig weit ausgebreitete glöse Faserentwicklung nach seröser Durchtränkung des Hirngewebes darstellt als ein unter humoraler Gewebseinwirkung und gleichzeitig orientierenden mechanischen Bedingungen interzellulär erfolgender Fällungsvorgang von aus der Blutbahn ausgetretenen, den faserbildenden Grundstoffen des Fibrins weitgehend identischen Eiweißstoffen. Hinsichtlich Art und Auftreten der periodischen Struktur findet sich elektronenoptisch eine übereinstimmende Beziehung der Gliafaser und Fibrinfaser. Wie schon die ultraviolett-mikroskopischen Aufnahmen der Gliafaser gezeigt haben, sprechen auch die elektronenmikroskopischen Befunde für das Vorliegen sogenannter Mantelfasern. Während sich im elektronenoptischen Bild eine kollagene Faser leicht identifizieren läßt, ist nach den bisher vorliegenden Ergebnissen eine Gliafaser von der Fibrinfaser elektronenoptisch nicht ohne weiteres zu unterscheiden.

**U. Hofmann** (Darmstadt), **W. Grassmann** und **Th. Nemetschek** (Regensburg): Über die Querstreifung der Kollagenfibrille. (Vorgetragen von W. Grassmann)

An Katzenschwanzsehnen, die unter möglicher Erhaltung des nativen Zustandes präpariert und mit Phosphorwolframsäure angefärbt waren, ist es gelungen, die Querstreifung so weitgehend aufzulösen, daß nunmehr 10 Banden (statt 6—8) erkennbar sind. Sie können im Anschluß an die Bezeichnungsweise von F. O. Schmitt wie folgt bezeichnet werden: **a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, d, e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>**, wobei die mit fetten Buchstaben bezeichneten Banden intensiv, die übrigen mittelstark oder (c<sub>1</sub>) sehr schwach sind. Ohne Phosphorwolframsäurebehandlung erhält man meist weniger kontrastreiche, aber gleichfalls weitgehend aufgeteilte Querstreifen. Solche Fasern erfahren unter dem Elektronenbeschuß folgende Veränderung: Die dunklen Teile zerfallen zunächst in dunkle, in der Faserrichtung orientierte, kurze Einzelstreifen. An ihre Stelle treten später helle Stellen (Löcher?) von gleicher Gestalt, zwischen denen ein Gerüst von in der Faserrichtung laufenden Subfibrillen erkennbar bleibt. Es wird angenommen, daß die dunklen Teile durch längeren Elektronenbeschuß vollkommen entfernt werden, wobei die Reste der Struktur als eine Art Gitter zurückbleiben. Die ursprünglich hellen Teile bleiben beim Elektronenbeschuß strukturlos.

**I. Neckel** (Berlin-Dahlem): Chemische Untersuchungen über die elektronenmikroskopisch sichtbaren Glaskörperfibrillen.

Die Natur der elektronenmikroskopisch sichtbaren Glaskörperfibrillen wurde fermentativ sowie mittels chemischer Analysen von angereichertem Material untersucht.

Die Fibrillen des verflüssigten Glaskörpers lassen sich durch hochtouriges Zentrifugieren teilweise, durch Membranfiltration vollständig abtrennen. Die Hauptmenge der Hyaluronsäure ist nicht an Fibrillen gebunden. Diese



sind resistent gegenüber Trypsin, Papain und Hyaluronidase, während das filtrierbare Eiweiß durch die beiden ersteren Fermente abgebaut wird. Die Sedimente enthalten beträchtliche Mengen an Oxyprolin. Trotz der Vereinbarkeit der Befunde mit den röntgenographischen, chemischen und elektronenoptischen Befunden anderer Autoren wird eine Zuordnung der Fibrillen zur Kollagenklasse als verfrüht angesehen.

**W. Schwarz** (Berlin-Dahlem): Über die elektronenmikroskopische Differenzierung der verschiedenen Fibrillentypen im Binde- und Stützgewebe.

Hauptstrukturelement aller Binde- und Stützgewebsarten ist die bekannte, durch ihre Querstreifungsperiode definierte „Kollagenfibrille“. Differenzierungsmethoden und damit eine Zuordnung der Fibrillen zu verschiedenen Gewebsarten sind bislang in der Elektronenmikroskopie nicht üblich gewesen. Die Versilberung nach Gömöri, die in der Histologie die Unterscheidung dieser Gewebsarten ermöglicht, eignet sich auch zur Fibrillendifferenzierung. Die Silberpartikel werden im elastischen und retikulären Gewebe den Fibrillen aufgelagert (Außenversilberung), und zwar für beide Gewebe unterschiedlich. Sehnen-, Knorpel- und Knochenfibrillen lagern Silber in ihre D-Teile ein (Innenversilberung). Die Berücksichtigung der Kittsubstanzen erlaubt eine weitere Differenzierung.

**G. Lelli, A. Bonanome und M. Sappa** (Rom): Elektronenmikroskopische Untersuchungen an der Wand Lyophilisierter Arterien — Erste Beobachtungen über die Adventitia. (Vorgetragen von G. Lelli)

Die Autoren haben einige Stückchen der Adventitia von lyophilisierter Aorta und von frischer Aorta elektronenmikroskopisch untersucht, um festzustellen, ob die Lyophilisation irgendwelche Veränderungen des Kollagens hervorruft.

Während ihre Ergebnisse eine strukturelle Veränderung ausschließen, zeigen sie, daß das lyophilisierte Gewebe sich gewissen Chemikalien gegenüber anders verhält.

Diese Ergebnisse sind wichtig für ein besseres Verständnis der Wirkungen der Methode der Lyophilisation, besonders in Bezug auf experimentelle Studien an Transplantaten aus lyophilisiertem Gewebe und für die Konservierung des Kollagens für elektronenmikroskopische Forschung.

**R. Eicke** (Berlin-Dahlem): Was können elektronenmikroskopische Bilder über den Vorgang der Verkieselung fossiler Hölzer aussagen?

Die heutige Lichtmikroskopie ermöglicht uns mit 1000-fachen Vergrößerungen eine schnelle Charakterisierung und damit in vielen Fällen eine systematische Einordnung von fossilen Hölzern. Die Ausmessung von Hoftüpfeln und Abbildung von Marktstrahlentüpfeln zugleich mit dem übrigen Habitus kennzeichnen ein verkieseltes Holz als zur Gruppe der fossilen Gymnospermenhölzer gehörend — ein Glyptostroboxylon.

Die Elektronenmikroskopie erlaubt ein weiteres Eindringen in die Struktur und Textur, die Lage und Anordnung der Zellelemente zueinander von diesem verkieselten Holz. Die Beobachtungen brachten folgende drei Ergebnisse:

Die Zellwand zeigt 1. eine Feinstruktur, 2. eine radialstrahlige und konzentrische Textur des Hoftüpfels, 3. eine Ausfüllung des Hoftüpfels mit einem Steinkern.



Als günstigstes Abbildungsverfahren erwies sich die Kohlenhüllenmethode nach König.

### **Vom Programm abgesetzter Vortrag**

Der folgende Vortrag war für die Sonnabendnachmittagssitzung vorgesehen, konnte aber wegen plötzlicher Verhinderung des Autors nicht gehalten werden.

#### **H. Seemann (Konstanz): Elektronen-Großprojektoren.**

Das neueste Modell des vertikal nach oben auf den schräg stehenden und drehbaren Leuchtschirm projizierenden Großprojektors für Demonstrations- und Unterrichtszwecke sollte vorgeführt und mit dem schon 1943 von Prof. E. Justi vor mehr als 1000 Hörern im Großen Hörsaal der TH. Charlottenburg benutzten verglichen werden, der in Justi's Buch „Leitfähigkeitsmechanismus fester Stoffe“ 1948 ausführlich beschrieben ist. Auch ein kleines, ebenfalls sehr lichtstarkes Modell für horizontalen Gebrauch auf kleinen Hörsaaltischen sollte im Bilde gezeigt werden. Es wurde kürzlich in Münster bei einer Antrittsvorlesung benutzt. Alle drei Typen sind Bauteile der bekannten Universalanlage für Korpuskular- und Röntgenstrahlungsforschung des Vortragenden.

(Redaktionsschluß am 8. Juli 1952)